

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Programa Académico de Ingeniería Sanitaria

“Estudio de la Contaminación de los  
Cursos de Agua del Valle de Chancay -  
Huaral”

PROYECTO DE GRADO

PRESENTADO POR:

Julio César de los Ríos Z.  
Jaime Pinillos Bovais

LIMA-PERU

1973

## P R O Y E C T O D E G R A D O

### INTRODUCCION

#### A.- ESTUDIO Y DETERMINACION DE LAS FUENTES DE POLUCION Y SU EXTENSION EN EL VALLE CHANCAY - HUARAL

- 1.- TOMA DE MUESTRAS
- 2.- ESTACIONES DE MUESTREO
- 3.- MUESTRAS EFECTUADAS
- 4.- ANALISIS REALIZADOS
- 5.- RESULTADOS DE LAS DETERMINACIONES

#### B.- EFECTOS DE LA CONTAMINACION ACTUAL EN LOS ASPECTOS ECONOMICO Y SOCIAL

- 1.- INTRODUCCION GENERAL
- 2.- PERJUICIOS
- 3.- LEGISLACION EXISTENTE
- 4.- INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

#### C.- SOLUCIONES ALTERNATIVAS DEL PROBLEMA Y SUS IMPLICANCIAS ECONOMICAS

- 1.- INTRODUCCION GENERAL
- 2.- ENFOQUE DEL PROBLEMA
- 3.- SOLUCION GENERAL DEL PROBLEMA

#### D.- RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

## Introducción:

En los últimos años viene existiendo una gran preocupación en el mundo por estudiar la incidencia de la contaminación tanto cualitativamente como cuantitativamente, averiguar sus causas, conocer sus efectos y estimar las consecuencias para la humanidad - al proyectarla al futuro de prevalecer las características actuales.

Ningún país puede sustraerse de las consecuencias de la contaminación ya que en última instancia es el mar el gran receptor de los ríos contaminados, desagües, etc., y siendo nuestro país por esencia dependiente en gran parte de su economía de la pesca, este aspecto de los cursos de agua tiene una importancia relevante.

Por este motivo nuestro objetivo principal al efectuar este proyecto de grado ha sido el de efectuar un estudio y evaluación de la contaminación de los cursos de agua del valle de Chancay-Huaral, y a su vez de la ubicación de las fuentes de contaminación o de las sustancias que los hacen impropios para su uso.

En nuestra tesis de Bachiller hemos enfocado los aspectos generales del valle de Chancay-Huaral así como en líneas generales los aspectos sanitarios tanto en las zonas agrícola y minera como en los centros poblados, habiéndose enfocado conclusiones generales del estudio.

En el proyecto de grado estamos incluyendo un estudio técnico de la contaminación, de su aspecto económico, habiéndose estudiado el río Chancay-Huaral y canales de regadío.

Las consecuencias de la contaminación por la potencialidad infectiva contenida en las aguas poluidas que permiten

transmitir las enfermedades de origen hídrico nos conducen a establecer los efectos en los aspectos económico y social y dar las soluciones alternativas al problema.

En el valle, la agricultura es la principal actividad, siendo el aspecto sanitario deficiente según se ha podido apreciar en la tesis de Bachiller, ya que el suministro de agua potable y las facilidades de eliminación de desechos de la mayor parte de la población rural son deficientes, utilizándose los canales de regadío como abastecimiento de agua en algunos casos y como disposición de desechos en la mayor parte de ellos, siendo utilizadas estas aguas tal como se ha expresado para consumo humano y riego - de vegetales que son consumidos no solo en el valle sino que sirven para abastecer al país y a gran parte de la gran Lima.

Para efectuar la evaluación de la contaminación - que indicamos, ha sido necesario tomar muestras de agua de los canales y efectuar determinaciones físico-químicas, bacteriológicas y determinaciones especiales de elementos tóxicos, habiéndose efectuado igualmente aforo de los caudales in-situ.

Para esto se establecieron trece estaciones de muestreo, habiéndose efectuado los análisis correspondientes en los Laboratorios de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Queremos dejar constancia a este respecto de nuestro agradecimiento a los Ingenieros Harry Dawson V y Manuel Yábar D, y autoridades de la Universidad Nacional de Ingeniería por su colaboración brindada para efectuar este proyecto de Grado, sin la ayuda de los cuales, no hubiera sido posible completar este trabajo.

A.- ESTUDIO Y DETERMINACION DE LAS FUENTES DE POLUCION Y SU EXTENSION EN EL VALLE CHANCAY-HUARAL.

A.1.- TOMA DE MUESTRAS

Para los análisis físico-químico se tomaron muestras de un galón (3.75 litros) en recipientes de polietileno previamente limpiados cuidadosamente antes de cada uso.

Para el caso de los análisis bacteriológicos estos fueron tomados en frascos especiales debidamente esterilizados suministrados por la Unidad 11 de Laboratorios de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Para las muestras se dispuso de cajas para transporte refrigerado las cuales se utilizaron con hielo seco.

En el campo se realizaron las mediciones de pH, temperatura, aforo de caudales y además se llevó el equipo necesario para la determinación de oxígeno disuelto y frascos de muestreo para posteriores análisis de D.B.O.

La temperatura cambia muy rápidamente y asimismo el valor del pH puede alterarse notablemente en unos minutos, por lo tanto, las determinaciones de la temperatura, del pH y del oxígeno disuelto fueron practicados in-situ, porque son casi inevitables los cambios para cuando la muestra llegue al laboratorio.

Paralelamente y utilizando los frascos estériles preparados con antelación se fueron tomando las muestras para el análisis bacteriológico.

Se llevaron además galoneras para transportar al laboratorio las muestras a las que se les haría los siguientes análisis físico-químicos: Mn, Sólidos Sedimentables, Sólidos Totales, Sólidos Fijos, Sólidos Volátiles, Color Aparente, Turbidez, Nitritos, Nitratos, Hierro y Cloruros.

En todos los casos se tomaron en cuenta las normas generales para la toma de muestras. Por ejemplo para el análisis bacteriológico el muestreo debe hacerse con mucha rapidez y - colocando el frasco estéril con la boca contra la corriente, evitando además el llenado completo del mismo.

Para los análisis físico-químico y tóxico antes de llenarse el recipiente para la muestra se enjuagó varias veces con el agua en estudio y podriamos concluir indicando que los detalles particulares de la recolección varían tanto con las condiciones de la estación que no debemos formular una explicación específica que sea de aplicación para todos los casos.

Una práctica recomendable fue llevar el registro de cada muestra recolectada, identificandose además cada recipiente lo cual permitió una identificación positiva de la muestra.

## A.2.- ESTACIONES DE MUESTREO

Previamente a los viajes efectuados a la zona de estudio se consideraron en un plano las posibles estaciones de muestreo, para lo cual se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones de orden técnico:

1.- Tratar de seguir el curso del río y canales de acuerdo a las posibles fuentes de contaminación. Esto determinó una posible ubicación de las estaciones de muestreo, sujeta a modificaciones en el terreno.

2.- Considerar el área de influencia de los cursos de agua ubicándose las estaciones antes de comenzar a ramificarse los canales y en el río antes y después del valle de Chancay-Huaral.

En la práctica se siguieron las siguientes pautas ya para determinar las estaciones de muestreo en terreno.

1.- Que existiera cierta turbulencia en el punto de muestreo a fin de provocar un reparto homogéneo de las materias en suspensión obteniéndose con esto una muestra representativa del agua.

2.- Que las estaciones de muestreo tuvieran acceso durante todo el tiempo del desarrollo del estudio.

Las estaciones de muestreo estuvieron localizadas en los puntos que se muestran en el siguiente plano de ubicación, y detalladas a continuación de éste.

Estación No 1. Canal de San José.- Ubicado en la margen izquierda del río, este canal luego de pasar por la hacienda San José, llega al pueblo de Aucallama bordeándolo; La Estación se determinó que estuviera luego de que el canal pase por el pueblo y aproximadamente a 200 metros del mismo.

El punto de muestreo es de fácil acceso por la carretera de 6 kilómetros que parte del desvío a Aucallama en la nueva carretera a Huaral.

Estación No 2. Canal Comunal Huaral.- Este ramal del canal comunal Chancay-Huaral llega al pueblo de Huaral luego de irrigar a las Haciendas Esquivel; Jesús del Valle; posteriormente pasa por las Haciendas Retes, La Quincha y los Naturales.

La estación es accesible y se encuentra ubicada en el cruce de un camino afirmado a Huaral y el camino que pasa por la Hacienda Jesús del Valle partiendo de la nueva carretera a Huaral.

Estación No 3. Canal Huando.- En el camino que pasa por la casa hacienda Huando hacia la irrigación de la Esperanza encontramos la estación del canal de Huando, el cual bordea éste río y es de fácil ubicación, encontrándose el punto de muestreo unos cien metros del cruce de la carretera a Pacaraos con el río antes mencionado.

Estación No 4. Confluencia del Canal Cabuyal Bajo y el Canal Granados.- Esta estación se encuentra al seguir el camino de la estación anterior en el primer desvío a la derecha. Nos encontramos con un canal revestido de gran tamaño, en una zona muy transitada por lo que no hubiéramos con la ubicación gracias al conocimiento de la zona. Las muestras fueron tomadas a cincuenta metros de la confluencia.



Estación No 5. Canal Huaral-Canal Los Naturales

La importancia de esta estación radica en que este canal lleva parte de lo traído por el canal comunal Huaral, luego de pasar por la ciudad de Huaral y el pueblo de los Naturales.

La estación se encuentra cerca al cementerio - de Los Naturales, y es de rápida ubicación.

Estación No 6. Canal de Palpa Alto.- Luego de una trocha extensa que comienza en el medio del camino de Huando - a Palpa nos encontramos con la compuerta reguladora de entrada del canal de Palpa Alto.

La estación la ubicamos por la guardianía de la compuerta, y a treinta metros del termino del túnel de acceso del canal, cerca a la división del canal madre. El canal de Palpa Alto se desarrolla en topografía de media ladera presentando sección ractángular con una rasante relativamente uniforme.

Estación No 7. Canal Comunal de Chancay Bifurcación del Sistema de Regadío. El ramal del canal comunal Chancay-Huaral pasa por las haciendas La Huaca, Torre Blanca, Laure Norte y Sur, Galeano, Callegos, Viña Chica, Santa Rosa, La Joya, Viña Grande, Buena Vista, Chacarilla, y el pueblo de Chancay.

A la altura del pueblo de Quepepana en Km.3 - de la carretera antigua de Huaral a la carretera Panamericana Norte hay que entrar por camino de herradura hasta un punto a partir del cual, hay que caminar por los sembríos alrededor de 200 metros, encontrándose la bifurcación del sistema de regadío donde está nuestra estación No.7.

El acceso en verano fué sencillo pues recién se había sembrado, pero en los dos últimos muestreos se complicó a medida que se encontraron más altos y tupidos los sembríos.

Estación No 8. Chancayllo Bifurcación Sistema de Regadío.- Esta estación se ubicó después de un largo recorrido por el sector de Chancayllo, a la altura del Km. 70 de la carretera Panamericana Norte, y está ubicado junto a un puente de madera que hace fácil el muestreo, y la ubicación posterior de la Estación.

Es interesante porque trae aguas que han pasado por un vasto sector del valle de Chancay-Huaral.

Estación No 9. Río Chancay Toma del Canal de Palpa Alto Aguas Arriba.- Esta estación se encuentra ubicada en el camino de Huaral a Pacaraos, y como detalle podemos anotar que el río se encuentra a unos 100 metros de la carretera normalmente en ese punto, pero debido a la fuerte lluvia de marzo en el primer muestreo encontramos que el río estaba tan solo unos 5 metros de la pista y unos cientos de metros más hacía Pacaraos el río corría por la pista, hasta llegar a una quebrada de huayco que lo regresaba a su cauce.

Estación No 10. Río Chancay Canal de Pasamayo Alto

Esta estación localidad aguas arriba de la toma del canal de Pasamayo Alto fué escogida principalmente por encontrarse en un punto donde el valle ha utilizado al máximo las aguas del río, dejándole sus desechos que llevará al mar.

Estación No 11. Río Baños Vertimientos Mina Santander.- Esta estación se encuentra ubicada aguas abajo de la mina Santander esto es luego de pasar por la localidad de Baños. No existe ninguna dificultad para la localización del punto de muestreo pero el camino es largo y tortuoso y a gran altura s.n.m.

Estación No 12. Río Baños Confluencia con el Río Pacaraos.- Esta estación fué situada aproximadamente a 150 m. de la confluencia referida, en el Km. 97 de la carretera a Pacaraos, aguas abajo de la población de Rovira.

Estación No 13. Río Acos Confluencia con el Río Carac.- Estación localizada antes de subir al pueblo de Acos aproximadamente el Km. 70 de la carretera a Pacaraos, es de difícil acceso pues para llegar al punto de muestreo hay que bajar por una espinosa ladera de la carretera al río.

### A.3.- MUESTRAS EFECTUADAS

Desde el punto de vista de la precisión y significación de los resultados, es obvia la conveniencia de examinar un gran número de muestras que se recolecten a intervalos frecuentes y regulares, pero es también obvio que resulta impracticable en nuestro caso, por lo que en el programa del trabajo de campo y determinaciones que nos fué asignado por nuestros asesores, el número considerado en principio fué de cuatro muestras de cada estación en cada una de las épocas del año.

Finalmente hemos realizado y estimado por conveniente los muestreos en dos partes para cada temporada o sea, para el período de aguas altas del río Chancay, el inicio de la temporada de vaciante en el río indicado, y uno intermedio entre los dos anteriores.

El hecho de haber muestreado en dos partes por época se debe a que el equipo para la determinación bacteriológica - que posee la Unidad No. 11 donde se realizaron los análisis no alcanzaba para las diez estaciones del valle.

El primer muestreo se realizó el 27 de Febrero de 1972, y el otro muestreo en el período de aguas altas se realizó el 11 de Marzo de 1972 coincidiendo con las grandes lluvias.

En la primera fecha se tomaron muestras para análisis físico-químico y bacteriológico en las estaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8.

El 11 de Marzo se tomaron muestras para análisis físico químico - en las estaciones 9 y 10 y para el bacteriológico en las mismas estaciones. Cerca de esta fecha se trató de tomar las muestras de las estaciones 11, 12 y 13 para realizar los análisis tóxicos y

bacteriológicos respectivos pero los huaycos y por consiguiente - las pistas interrumpidas nos impidió avanzar más allá de la hacienda Huayán. Esta situación se mantuvo durante todo el período de aguas altas.

El tercer y cuarto muestreo correspondiente al período intermedio se efectuaron los días 7 y 13 de Mayo de 1972. El día 7 de Mayo se tomaron las muestras para análisis tóxico y bacteriológico en las estaciones 11, 12 y 13; en la misma fecha se muestreó en las estaciones 1, 2, 3, 9 y 10 para realizar los análisis físico-químicos y bacteriológicos correspondientes.

El día 8 de Mayo fueron entregadas las muestras 11, 12 y 13 al Laboratorio de Investigación Aplicada, donde realizaron los análisis correspondientes.

En las estaciones 4, 5, 6, 7 y 8 se realizaron el día 13 de Mayo de 1972, los muestreos correspondientes a los análisis físico-químico y bacteriológico que completaron el muestreo del período intermedio.

Los muestreos quinto y sexto correspondientes al inicio de la temporada de vaciante se realizaron el 17 y 24 de Junio de 1972. El día 17 se muestreó en las estaciones 6, 7, 8 y 9 realizándose los análisis físico-químico y bacteriológico. A la estación 2 se fue en ambas fechas. El 24 de Junio de 1972 se tomaron las últimas muestras de la presente tesis para efectuar los análisis físico-químico y bacteriológico correspondiente a las estaciones 1,3, 4, 5 y 10.

#### A.4.- ANÁLISIS REALIZADOS

##### A.4.1.- CONSIDERACIONES GENERALES

Evidentemente las aguas superficiales son las más utilizadas para la alimentación y el riego, estas tienen una variación - extrema en cuanto a pureza bacteriológica, encontrándose naturalmente todos los tipos posibles, desde aquellas más puras hasta las más impuras.

Esta pureza bacteriológica relativa puede trastocarse en impureza debido a factores naturales, que interfieren con el número de bacterias en las aguas superficiales, y de cuya intervención va a depender no solamente la existencia de las innumerables especies bacterianas que se pueden encontrar sino también de la frecuencia absoluta y relativa de cada especie y el número total de bacterias.

En las aguas superficiales la mayoría de bacterias que se consigue aislar e identificar a través de procesos bacteriológicos corrientes, son en realidad bacterias originarias del suelo, que son acarreadas por las corrientes formadas por las lluvias y por las de las aguas de regadío. Si bien muchas de estas bacterias podrán morir más o menos rápidamente, otras tienen una capacidad de sobrevivencia y multiplicación en el agua muy grande, esto es, dependiendo de factores tales como los agentes nutritivos, la temperatura, oxígeno disuelto, etc.

Las bacterias propias del agua que forman parte verdaderamente de la flora acuática son de importancia mínima, los problemas que causan, son únicamente de orden organolepticos.

En realidad un agua se vuelve peligrosa cuando está - polucionada con heces fecales, no así por la polución que se origina - del suelo, que a pesar de tener gran cantidad de bacterias, sobre todo el suelo fertil utilizado en la agricultura, al ser ingeridas no -

ofrecen tanto peligro.

Los análisis bacteriológicos del agua suministran datos informativos aplicables a diferentes finalidades específicas. Se pueden emplear en circunstancias dadas para juzgar aspectos tan diferentes como los siguientes:

- Potabilidad del agua utilizada como bebida.
- Grado de polución del agua para hacer la selección del tipo de tratamiento necesario para su purificación.
- Control de los procesos empleados en el tratamiento del agua.
- Investigación de las fuentes de polución de las aguas.
- Control de los procesos empleados en el tratamiento de los desagües.
- Determinación del grado de polución del agua destinada a fines de riego.
- Efectos de los residuos orgánicos u otros arrojados sobre la flora bacteriana.
- Cumplimiento de las disposiciones de los reglamentos legales en casos que se refieran a la protección o aún a la acción judicial en contra de las industrias.
- Investigación de las fuentes de lanzamiento de agentes patógenos-intestinales en estudios especiales, epidemiológicos o de otra índole.
- Estudios sobre la densidad y efecto de grupos especiales de bacterias, como las del fierro, azufre y otras.
- Interferencia bacteriana en ciertos procesos industriales.

#### A.4.2.- ASPECTOS BACTERIOLOGICOS

Luego de estas consideraciones generales podemos indicar los aspectos principales del análisis bacteriológico que hemos realizado, teniendo como base los métodos normales de la Asociación Americana de Salud Pública, APHA, y las adaptaciones de éstos a nuestra realidad.

a.- Envases.-Hemos usado frascos de vidrio proporcionados por la Unidad 11 de Laboratorios de la U.N.I., los cuales fueron convenientemente lavados y esterilizados, siendo el frasco cubierto con papel de manila.

b.- Transporte y Conservación de Muestras.- El transporte fué realizado lo más rápido posible, por lo que en ningún caso hemos sobrepasado las veinticuatro horas recomendadas como máximo; la muestra fué conservada a la temperatura del sitio en que fué tomada para lo que se utilizó recipientes de material aislante dentro de los cuales se colocaron los frascos de muestreo y hielo seco.

c.- Recuento Bacteriano.- Se hizo el recuento del número total de bacterias en un agua sembrando las diluciones de la muestra en placas petri en las que luego se agregó aproximadamente diez mililitros del medio agar nutritivo, previamente fundido y conservado a 43° - 45° Centígrados.

Se esperó que se solidifique el medio y se llevó las placas al incubador. La incubación fué realizada a 35°C. durante veinticuatro horas. Después de la incubación se examinaron las placas con la ayuda del contador de colonias Quebec, el cual proporciona una iluminación adecuada y un aumento regulable en hasta una y media veces aproximadamente, contándose entonces las colonias de bacterias.

Para el recuento escogimos las placas que tenían entre treinta y trescientas colonias. De acuerdo con el conocimiento o evaluación de la calidad del agua a ser examinada, se emplearon las dilu-



ciones adecuadas que permitieron una placa que reuniera esas condiciones. No se deben utilizar placas con más de trescientas colonias porque, las bacterias están muy cercas unas de otras pudiendo resultar cualquier interferencia debido a la acción de productos elaborados por alguna especie de bacteria que sean capaces de impedir el desarrollo de otros. Por otro lado placas con menos de treinta colonias no se deben utilizar por la razón de que números de ese orden tienen un significado estadístico muy bajo por estar sujetos a una mayor variación debida a la suerte.

d.- Número más probable de bacterias.-El recuento de bacterias se efectuó de modo que permitiera un cálculo de estas en un volumen dado de agua. Para ésto, el análisis se realizó cuantitativamente.

El número más probable de bacterias en el recuento de la densidad bacteriana por el método de los tubos múltiples es el número de organismos por unidad de volumen que de acuerdo con la teoría de la estadística, tendría mayor probabilidad de representar el número verdadero que cualquier otro número capaz de dar el mismo resultado observado o que daría aún el resultado observado con una mayor frecuencia.

Se expresa como la densidad de organismos por cien mililitros.

El NMP fué calculado para las diferentes combinaciones posibles de resultados que pudieran obtenerse usando diferentes series de inoculaciones y se idearon tablas apropiadas con los NMP, llamadas también de HOSKINS.

El NMP tiene tanto mayor precisión cuanto mayor sea el número de porciones analizadas en cada dilución, sobre todo en las diluciones críticas, en las que se debe encontrar resultados tanto positivos como negativos.

#### A.4.3.- GASTOS

El gasto en el caso de los canales fué medido en base al área transversal del canal, y a la velocidad del agua. Se utilizó una wincha y un cronómetro con los que fué simple la medición.

Para el río Chancay-Huaral se contó con los valiosos datos de la estación de aforos Santo Domingo.

#### A.4.4.- METODOS FISICO QUIMICOS UTILIZADOS

Los métodos utilizados para las determinaciones físico químicas están explicados someramente a continuación.

a.- Oxígeno disuelto.- Si hubiese que utilizar un solo método para conocer el estado general de un curso de agua, el mejor sería probablemente determinar la cantidad de oxígeno en dilución que contiene.

La cifra obtenida indica con mayor precisión que cualquier otra si el curso de agua reúne condiciones sanitarias satisfactorias.

Naturalmente, en las características de las condiciones del agua influyen otros factores, pero se habrá dado un gran paso adelante en el conocimiento inicial del probable estado del curso de agua.

El método utilizado fué el llamado de WINKLER que es el más usado, y por esto tuvimos la facilidad de contar con todos los elementos y reactivos necesarios.

b.- pH.- Es necesario cerciorarse de que el pH (indicador de acidez o alcalinidad) del curso de agua se mantenga dentro de ciertos límites con el objeto de saber si las reacciones biológicas que se producen en el agua serán activas o no.

Para la determinación del pH en el campo, se utilizó el método colorimétrico.

c.- DBO.- En general conviene conocer la cantidad de materia biológicamente oxidable que contiene el agua, lo cual permite saber cuanto oxígeno será necesario para autopurificaciones.

Una prueba que ha encontrado gran aceptación a este respecto es la llamada DBO que permite medir en el laboratorio la cantidad de oxígeno consumido en condiciones normalizadas. La prueba consiste en la determinación del oxígeno disuelto antes y después en un período de incubación a 20°C, siendo el período usual el de 5 días, pero habiéndose llevado a la muestra a pH neutro previamente.

d.- Temperatura.- Hoy día se admite generalmente que las variaciones de la temperatura con respecto a la normal, sobre todo las temperaturas elevadas pueden ser un índice de contaminación, en el sentido de que hacen al agua impropia para ciertos usos.

La temperatura en los muestreos se tomó directamente del curso en estudio, mediante un termómetro calibrado en grados centígrados.

e.- Manganeso.- Se determinó por la acción de agentes oxidantes fuertes sobre los compuestos manganosos solubles comparándose el color púrpura producido con las soluciones patrones de Manganeso.

En nuestro caso hemos utilizado un gramo de polvo Manganeso II de Hach Chemical Company en veinticinco mililitros de muestra, hirviéndose en un Erlenmeyer durante treinta segundos, debiendo aparecer una coloración rosada, y posteriormente leyéndose los resultados en el comparador colorimétrico.

f.- Sólidos Sedimentables.- Son los sólidos en suspensión que sedimentarían bajo condiciones tranquilas, debido a la influencia de la gravedad.

La prueba se llevó a cabo en los conos de Imhoff, durante una hora en condiciones de quietud y los resultados fueron expresa -

dos en mililitros por litro de sólidos sedimentables.

g.- Sólidos Totales.- Es el llamado residuo en evaporación, que se determina evaporando y secando las muestras en depósitos - previamente pesados.

h.- Sólidos Fijos.- Luego de calcinar la muestra a seis cientos grados centígrados obtenemos como residuo los llamados sólidos-fijos. Se utilizó una balanza de precisión con aproximación al milésimo de gramo.

i.- Sólidos Volátiles.- Estos se obtuvieron de la diferencia entre los sólidos totales y los sólidos fijos.

j.- Color Aparente.- Es el color producido por las sustancias en solución y suspensión. Se midió en base a la unidad de color llamada escala platino-cobalto.

k.- Turbidez.- Es debida a la materia suspendida en las aguas y se mide tomando como parámetro las unidades de turbidez. En la generalidad de los casos se utilizó el colorímetro Hach, con la escala de turbiedad.

El Turbidímetro de Bujía Jackson fué utilizado para muestras de alta turbidez, previa dilución de la muestra.

l.- Nitritos.- Son muy inestables en presencia del oxígeno por lo que están ausentes, ó presentes en pequeñas cantidades en la mayoría de las aguas naturales. Utilizando 0.25 gramos del polvo Nitriver en veinticinco mililitros de muestra, a los quince minutos al presentarse una coloración rosada se utilizó la escala precalibrada en ppm de Nitritos del colorímetro Hach para determinarlos, este sistema es llamado del ácido sulfanílico-1, naftilamina.

m.- Nitratos.- Son la forma más altamente oxidada de nitrógeno y fueron determinados utilizando el nuevo sistema de Hach en

base a su producto Nitrover IV en una dilución de 0.25 mililitros de muestra en 24.5 mililitros de agua destilada.

h.- Hierro.- Utilizando 0.1 gramos del polvo Ferroverde Hach en veinticinco mililitros de la muestra, se dejó en reposo durante dos minutos apareciendo una coloración anaranjada indicadora de la presencia del hierro. Finalmente se midió con el colorímetro.

o.- Cloruros.- Fueron medidos utilizando el método Mohr, el cual emplea una solución de Nitrato de plata para titular cincuenta mililitros de muestra con tres gotas de fenolftaleína y un mililitro de cromato de potasio como indicador previamente añadidos.

#### A.4.5.- SUSTANCIAS TOXICAS

a.- Arsénico.- Tanto esta como las diferentes determinaciones de elementos tóxicos fueron realizadas en el Laboratorio de Investigación Aplicada de la Universidad Nacional de Ingeniería. Sus compuestos son venenosos para el hombre existiendo casos de envenenamientos por concentraciones de 0.2 ppm. por lo que un límite recomendado mundialmente para un agua de posible consumo es de 0.01 ppm.

b.- Cianuro.- Para la vida acuática es sumamente dañino por lo que debe estar la concentración permisible por debajo de las 0.05 ppm. La ingestión de concentraciones del orden de las 50 ppm es mortal al hombre, fijando la Organización Mundial de la Salud para un agua de bebida un límite de 0.01 ppm.

c.- Cobre.- Es importante su determinación pues el cobre puede retardar la autopurificación de los cursos de agua, ya que es tóxico para las bacterias saprofíticas y para las algas, aún en concentraciones muy bajas. Se fija para consumo humano la concentración máxima aceptable en 1.5 ppm.

Para fines de riego es recomendable hasta un límite de 0.1 ppm.

d.- Cromo hexavalente.- Existiendo un caso de una familia que consumió durante tres años seguidos aguas con concentraciones elevadas de cromo sin efectos perjudiciales conocidos, por lo que la exigencia mundial de concentraciones máximas de 0.5 ppm en las aguas de consumo probable podría considerarse elevada, pero es también conocido el hecho de que la autopurificación de los ríos disminuye con la presencia del cromo debido a la sensibilidad de los microorganismos. El límite de percepción del sabor por el hombre es de 1.5 ppm y a partir de ahí se dice comienzan los efectos fisiológicos como por ejemplo la nefritis de los tejidos gastrointestinales. La experiencia obtenida con animales indica que probablemente se puede llevar a 5 ppm el límite de aceptación.

e.- Plomo.- Los organismos no pueden desechar el plomo por lo que se acumula en los huesos causando un envenenamiento progresivo. Es interesante conocer la gran variación que hay de la tolerancia del plomo entre una persona y otra, entre una planta y otra, y entre un animal y otro.

El límite que fijaba la Organización Mundial de la Salud en 0.1 ppm fue bajado en Estados Unidos de Norteamérica en 1962 a 0.05 ppm pues tuvieron en cuenta el fuerte incremento de la toma de plomo por vías distintas al agua (gases, polvo etc.)

Con respecto al límite en aguas de riego, no se puede fijar valor seguro debido a la respuesta dispar de las plantas frente al plomo.

A.- 5.- RESULTADOS DE LAS DETERMINACIONES

A continuación hemos creído conveniente colocar en cuadros que agrupan los resultados de cada estación, conjuntamente con curvas de los resultados, para dar una imagen rápida de la variación del grado de intensidad de cada determinación según la época del muestreo.

En cada caso corresponden las columnas de resultados, una a la temporada de aguas altas del río Chancay - Huaral, - una al inicio de la temporada de vaciante en el río indicado y una intermedia entre las dos anteriores.

E S T A C I O N No. 1

UBICACION.- "CANAL DE SAN JOSE "

DETERMINACIONES	27-2-72	7-5-72	24-6-72	U N I D A D E S
O <sub>2</sub>	9.1	8.5	8.5	ppm como O <sub>2</sub>
pH	8.5	8.6	8.5	
BOD	1.6	1.2	1.2	ppm como O <sub>2</sub>
Ca <sup>+</sup>	22.4	85.6	34.6	lps
T	25.7	26.00	20.00	°C.
Mn	Ausente	Ausente	Ausente	ppm como Mn
Sol. Sedimentables	0.9	1.4	0.5	ml/lt.
Sol. Totales	564	1136	770	ppm
Sol. Fijos	370	958	621	ppm
Sol. Volátiles	194	178	149	ppm
Color Aparente	900	700	500	U. de K <sub>2</sub> P <sub>t</sub> Cl <sub>6</sub>
Turbidez	490	350	530	U.Jackson
Nitritos	0.03	0.02	0.03	ppm como NO <sub>2</sub>
Nitratos	7.04	3.8	3.4	ppm como NO <sub>3</sub>
Hierro	0.01	0.07	0.02	ppm como Fe
Cloruros	28	12	27	ppm como Cl
N.M.P.	23,000	170,000	330,000	
Recuento Bac.	2,260	16,200	1,800	



E S T A C I O N No. 2

UBICACION.- " CANAL COMUNAL DE HUARAL "

DETERMINACIONES	27-2-72	7-5-72	7-6-72 24-6-72	U N I D A D E S
O <sub>2</sub>	9.8	9.3	CANAL	ppm
pH	7.00	8.8	SECO	
BOD	2.3	1.2	EN	ppm
Q	887	420	LIMPIEZA	lps
T	22.8	23		°C.
Mn	Ausente	Ausente		ppm
Sol. Sedimentables	0.70	0.15		ppm
Sol. Totales	306	254		ppm
Sol. Fijos	146	179		ppm
Sol. Volátiles	160	76		ppm
Color Aparente	240	40		U.de K <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub>
Turbidez	110	10		U.Jackson
Nitritos	0.01	Ausente		ppm
Nitratos	4.4	2.2		ppm
Hierro	0.01	0.01		ppm
Cloruros	8	6		ppm
N.M.P.	49,000	<u>70,000</u>		
Recuento Bac.	11,000	<u>30,000</u>		

ESTACION No. 3

UBICACION.- " CANAL DE HUARAL "

DETERMINACIONES	27-2-72	7-5-72	24-6-72	UNIDADES
O <sub>2</sub>	9.2	9.7	8.5	ppm
pH	8.2	8.7	7.5	
BOD	2.8	0.6	0.9	ppm
Q	360	252	2,400	lps
T	22	22.8	19	°C.
Mn	Ausente	Ausente	Ausente	ppm
Sol. sedimentables	0.3	0.2	0.01	ppm
Sol. Totales	266	200	252	ppm
Sol. Fijos	112	174	230	ppm
Sol. Volátiles	154	26	22	ppm
Color Aparente	200	40	20	U.de K <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub>
Turbidez	60	10	25	U.Jackson
Nitritos	Ausente	0.015	Ausente	ppm
Nitratos	6.16	2.86	2	ppm
Hierro	0.02	0.05	0.02	ppm
Cloruros	3	8	6	ppm
N.M.P.	<u>140,000</u>	<u>330,000</u>	49,000	
Recuento Bac.	<u>1,300</u>	<u>3,200</u>	2,720	

E S T A C I O N No. 4

UBICACION.- "CONFLUENCIA DEL CAÑAL CABUYAL BAJO Y GRANADOS"

DETERMINACIONES	27-2-72	13-5-72	24-6-72	U N I D A D E S
O <sub>2</sub>	10.4	8.7	9	ppm
pH	8.8.	7.5	8.5	
BOD	3.3	0.7	1.1	ppm
Q	588	735	1792	lps
T	24	21.5	19	°C.
Mn	Ausente	Ausente	Ausente	ppm
Sol. sedimentables	0.1	0.02	0.01	ppm
Sol. Totales	724	222	214	ppm
Sol. Fijos	532	206	176	ppm
Sol. Volátiles	192	16	38	ppm
Color Aparente	200	40	30	U. de K <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub>
Turbidez	43	7	20	U.Jackson
Nitritos	0.02	0.01	0.01	ppm
Nitratos	4.84	1.58	2.1	ppm
Hierro	0.01	0.02	0.01	ppm
Cloruros	8	9	6	ppm
N.M.P.	700,000	92,000	<u>140,000</u>	
Recuento Bac.	160,000	1,700	<u>5,000</u>	

E S T A C I O N No. 5

UBICACION: " CANAL COMUNAL HUARAL - CANAL LOS NATURALES "

DETERMINACIONES	27-2-72	13-5-72	24-6-72	U N I D A D E S
O <sub>2</sub>	7.2	9.5	8	ppm.
pH	8.5	7.5	7.8	
BOD	0.1	1.5	0.5	ppm
Q	55	910	149.5	lps
T	27	23.8	23	°C.
Mn	Ausente	Ausente	Ausente	ppm
Sol. Sedimentables	0.7	0.04	0.005	ppm
Sol. Totales	2860	444	352	ppm
Sol. Fijos	144	412	296	ppm
Sol. Volátiles	142	32	56	ppm
Color Aparente	1000	190	35	U.de K <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub>
Turbidez	840	60	10	U.Jackson
Nitritos	Ausente	0.03	Ausente	ppm
Nitratos	7.92	1.38	2.2	ppm
Hierro	0.03	Ausente	Ausente	ppm
Cloruros	11	13	10	ppm
N.M.P.	<u>23,000</u>	350,000	140,000	
Recuento Bac.	<u>8,000</u>	13,700	3,000	

E S T A C I O N No. 6

UBICACION: " CANAL DE PALPA ALTO "

DETERMINACIONES	27-2-72	13-5-72	17-6-72	U N I D A D E S
O <sub>2</sub>	8.7	8	8	ppm
pH	7.1	7.4	7.3	
BOD	1.5	0.1	0.5	ppm
Q	2322	1395	985	lps
T	23	21.5	22	°C.
M <sub>n</sub>	Ausente	Ausente	Ausente	ppm
Sol. Sedimentables	0.4	0.01	0.02	ppm
Sol. Totales	300	186	120	ppm
Sol. Fijos	178	152	102	ppm
Sol. Volátiles	122	34	28	ppm
Color Aparente	100	30	20	U.de K <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub>
Turbidez	38	6	10	U.Jackson
Nitritos	Ausente	0.01	Ausente	ppm
Nitratos	3.96	1.54	1.5	ppm
Hierro	Ausente	0.02	0.01	ppm
Cloruros	2	11	5	ppm
N.M.P.	<u>3,300</u>	4900	<u>7,000</u>	
Recuento Bac.	<u>1,200</u>	760	<u>1,500</u>	

E S T A C I O N No. 7

UBICACION: " CANAL COMUNAL DE CHANCAY - BIJURCACION SISTEMA DE REGADIO"

DETERMINACIONES	27-2-72	13-5-72	17-6-72	U N I D A D E S
O <sub>2</sub>	7.9	9.5	8.2	ppm
pH	7.2	7.1	7.5	
BOD	0.6	0.8	0.5	ppm
Q	1750	1375	800	lps
T	24.8	21	23	°C.
Mn	Ausente	Ausente	Ausente	ppm
Sol. Sedimentables	1.1	0.05	0.02	ppm
Sol. Totales	454	270	180	ppm
Sol. Fijos	322	256	143	ppm
Sol. Volátiles	132	14	37	ppm
Color Aparente	305	110	70	U.de K <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub>
Turbidez	155	30	40	U.Jackson
Nitritos	Ausente	0.01	0.01	ppm
Nitratos	6.16	1.54	1.1	ppm
Hierro	0.02	0.02	0.01	ppm
Cloruros	5	11	3.0	ppm
N.M.P.	13,000	28,000	<u>14,000</u>	
Recuento Bac.	2,000	2,050	<u>3,400</u>	

E S T A C I O N No. 8

UBICACION: "SECTOR CHANCAY - BIJURCACION SISTEMA CANALES DE REGADIO"

DETERMINACIONES	27-2-72	13-5-72	17-6-72	U N I D A D E S
O <sub>2</sub>	8.5	9.3	8.7	ppm
pH	9.2	7.2	8.8	
BOD	1.4	0.8	0.6	ppm
Q	1225	7500	3400	lps
T	25	24	22.5	°C.
Mn	Ausente	Ausente	Ausente	ppm
Sol. Sedimentables	0.2	0.07	0.05	ppm
Sol. Totales	926	728	445	ppm
Sol. Fijos	612	640	430	ppm
Sol. Volátiles	314	88	15	ppm
Color Aparente	140	320	210	U.de K <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub>
Turbidez	62	110	60	U.Jackson
Nitritos	Ausente	0.03	0.02	ppm
Nitratos	10.56	1.76	1.2	ppm
Hierro	0.02	Ausente	0.01	ppm
Cloruros	97	77	7.0	ppm
N.M.P.	<u>280,000</u>	170,000	<u>43,000</u>	
Recuento Bac.	<u>143,000</u>	120,000	<u>1,500</u>	

E S T A C I O N No. 9

UBICACION: " RIO CHANCAY - TOMA DEL CANAL PALPA ALTO AGUAS ARRIBA "

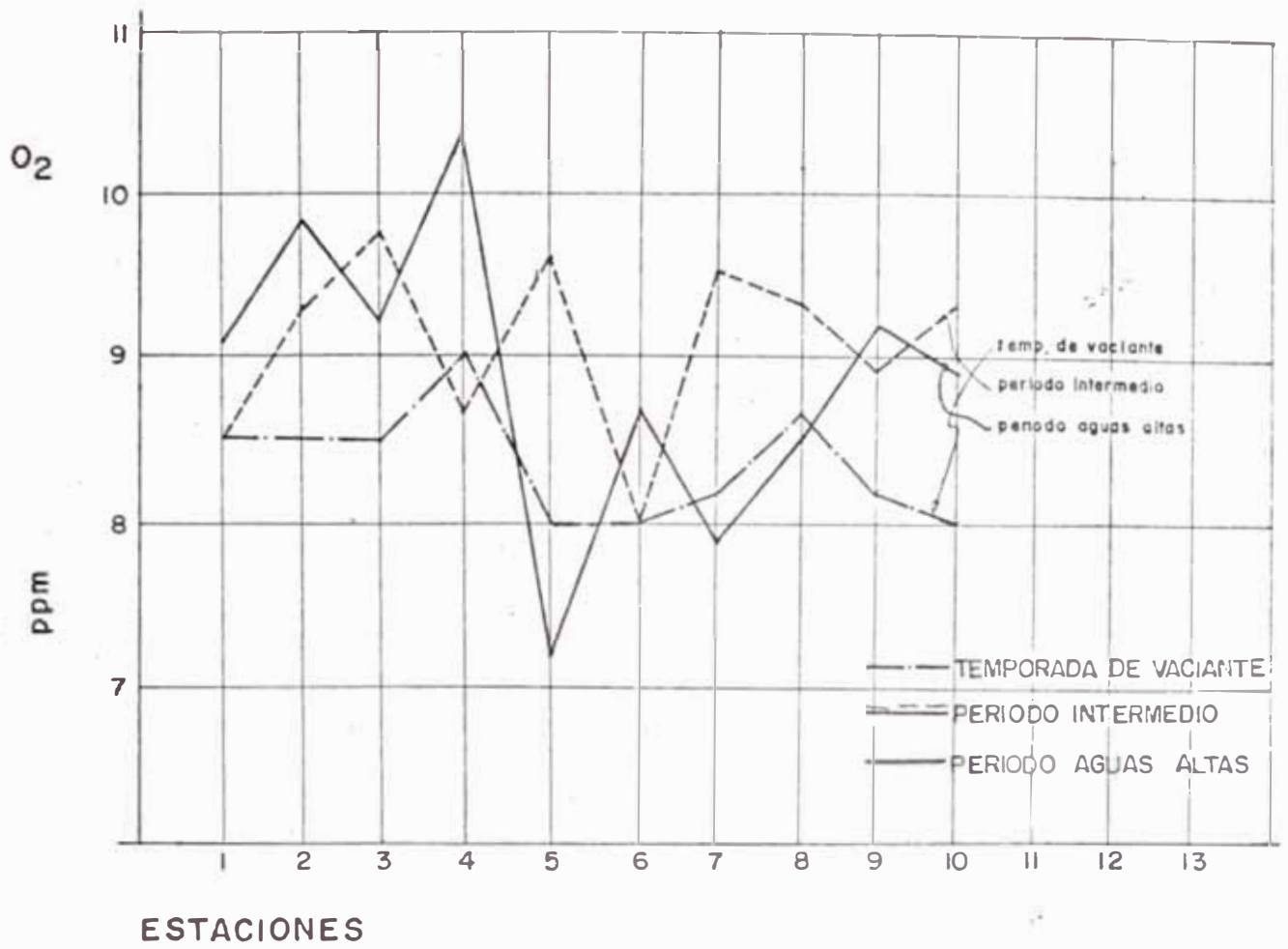
DETERMINACIONES	11-3-72	7-5-72	17-6-72	U N I D A D E S
O <sub>2</sub>	9.2	8.9	8.2	ppm
pH	8.7	8.7	8.8	
BOD	2	0.9	1	ppm
Q	388.2	19.7	8.8	lps
T	19.5	24	22	oC.
Mn	Ausente	Ausente	Ausente	ppm
Sol. Sedimentables	8	0.06	0.02	ppm
Sol. Totales	5254	198	148	ppm
Sol. Fijos	4854	152	90	ppm
Sol. Volátiles	400	46	58	ppm
Color Aparente	1000	10	15	U.de K <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub>
Turbidez	3000	5	5	U.Jackson
Nitritos	0.04	Ausente	Ausente	ppm
Nitratos	1.32	1.67	3.2	ppm
Hierro	0.03	0.01	0.02	ppm
Cloruros	1	9	6	ppm
N.M.P.	430	<u>35,000</u>	1,100	
Recuento Bac.	9,000	<u>40,000</u>	23,000	



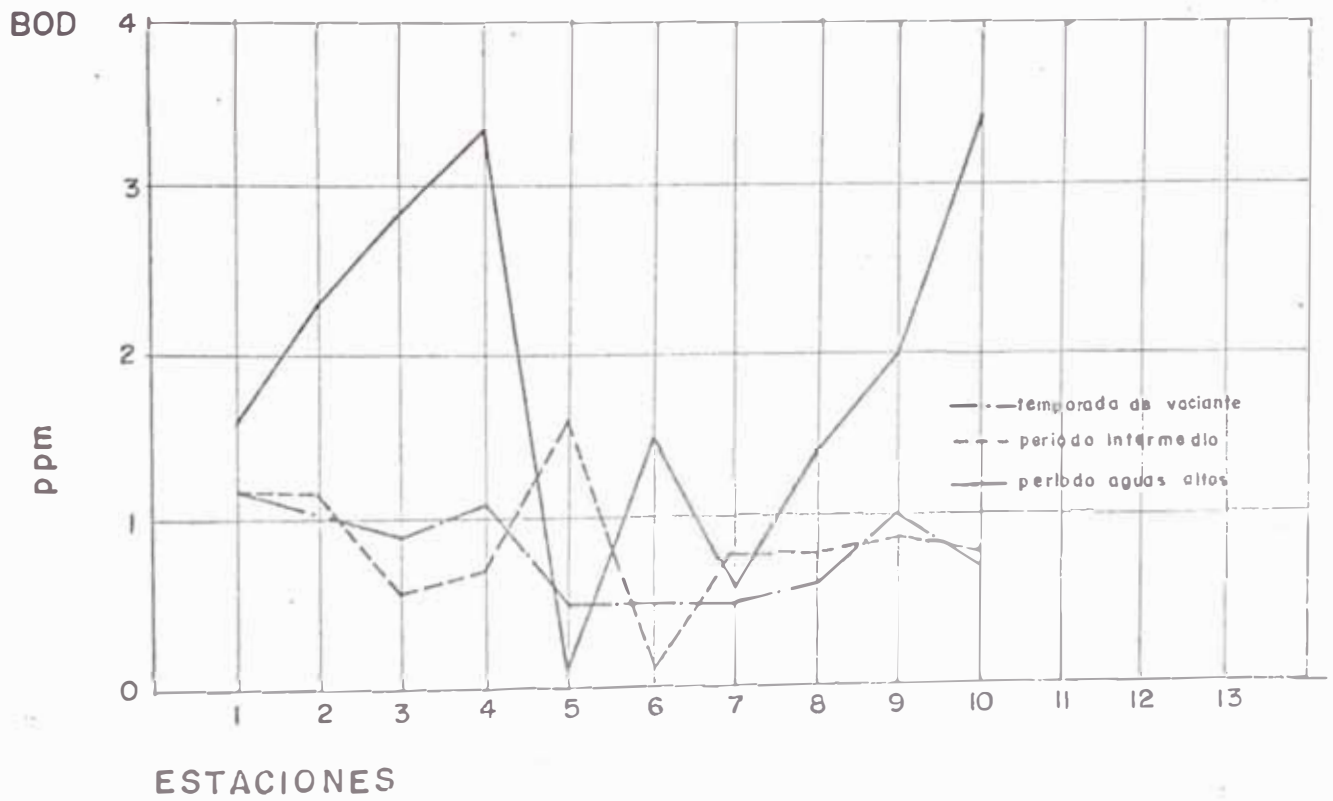
E S T A C I O N No. 10

UBICACION: "RIO CHANCAY CANAL DE PASAMAYO ALTO "

DETERMINACIONES	11-3-72	7-5-72	24-6-72	U N I D A D E S
O <sub>2</sub>	8.9	9.3	8	ppm
pH	8.3	8.9	8.2	
BOD	3.4	0.8	0.7	ppm
Q	388.2	19.7	8.8	lps
T	21	25	22	°C.
Mn	Ausente	Ausente	Ausente	ppm
Sol. Sedimentables	40	0.1	0.005	ppm
Sol. Totales	10858	302	338	ppm
Sol. Fijos	9790	198	216	ppm
Sol. Volátiles	1068	104	122	ppm
Color Aparente	900	20	45	U.de K <sub>2</sub> PtCl <sub>6</sub>
Turbidez	5000	10	25	U.Jackson
Nitritos	0.035	0.013	0.02	ppm
Nitratos	1.15	528	1.2	ppm
Hierro	0.15	0.02	0.02	ppm
Cloruros	2	12	6	ppm
N.M.P.	79,000	<u>230,000</u>	700,000	
Recuento Bac.	13,000	<u>15,000</u>	2,800	

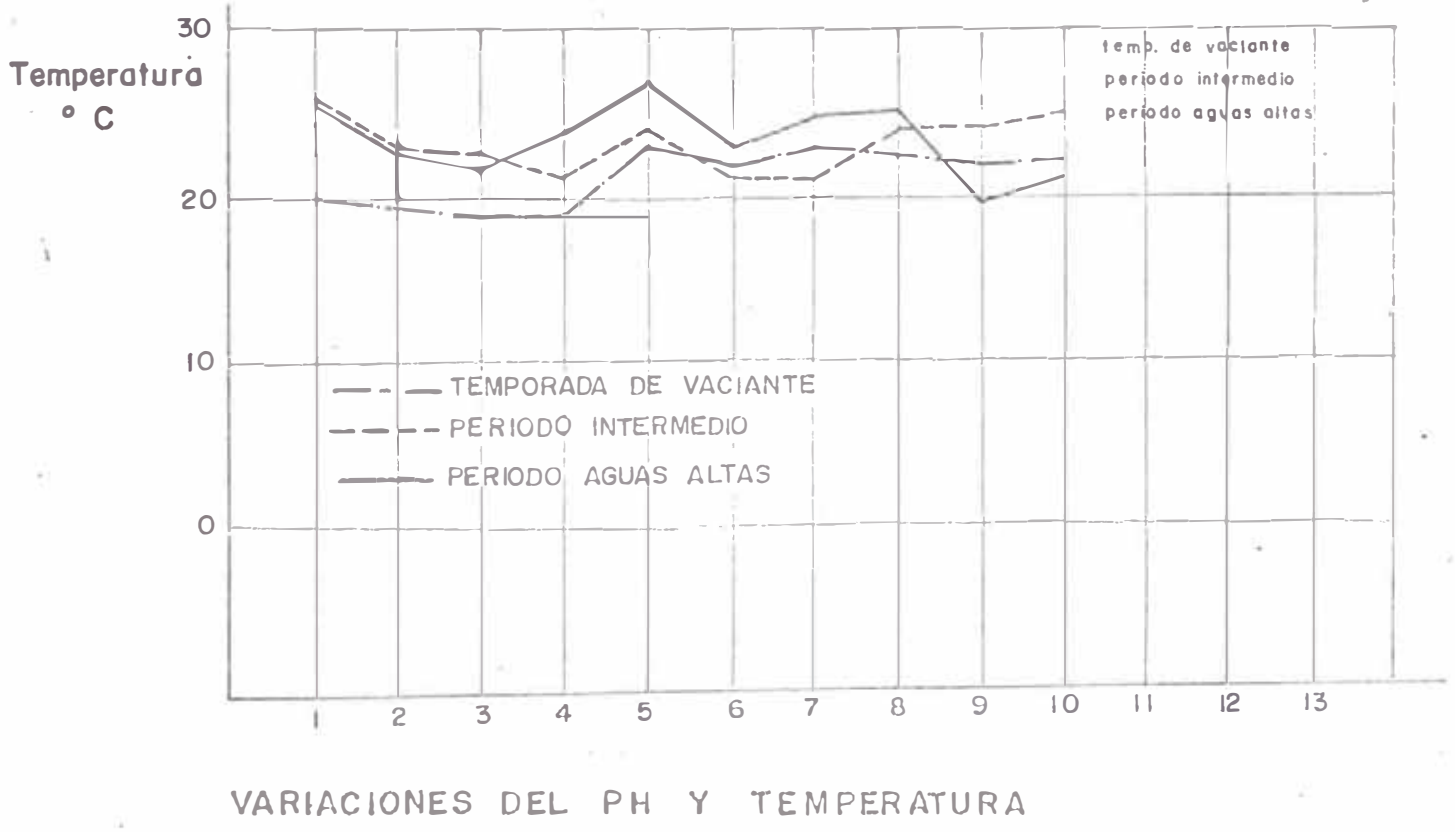
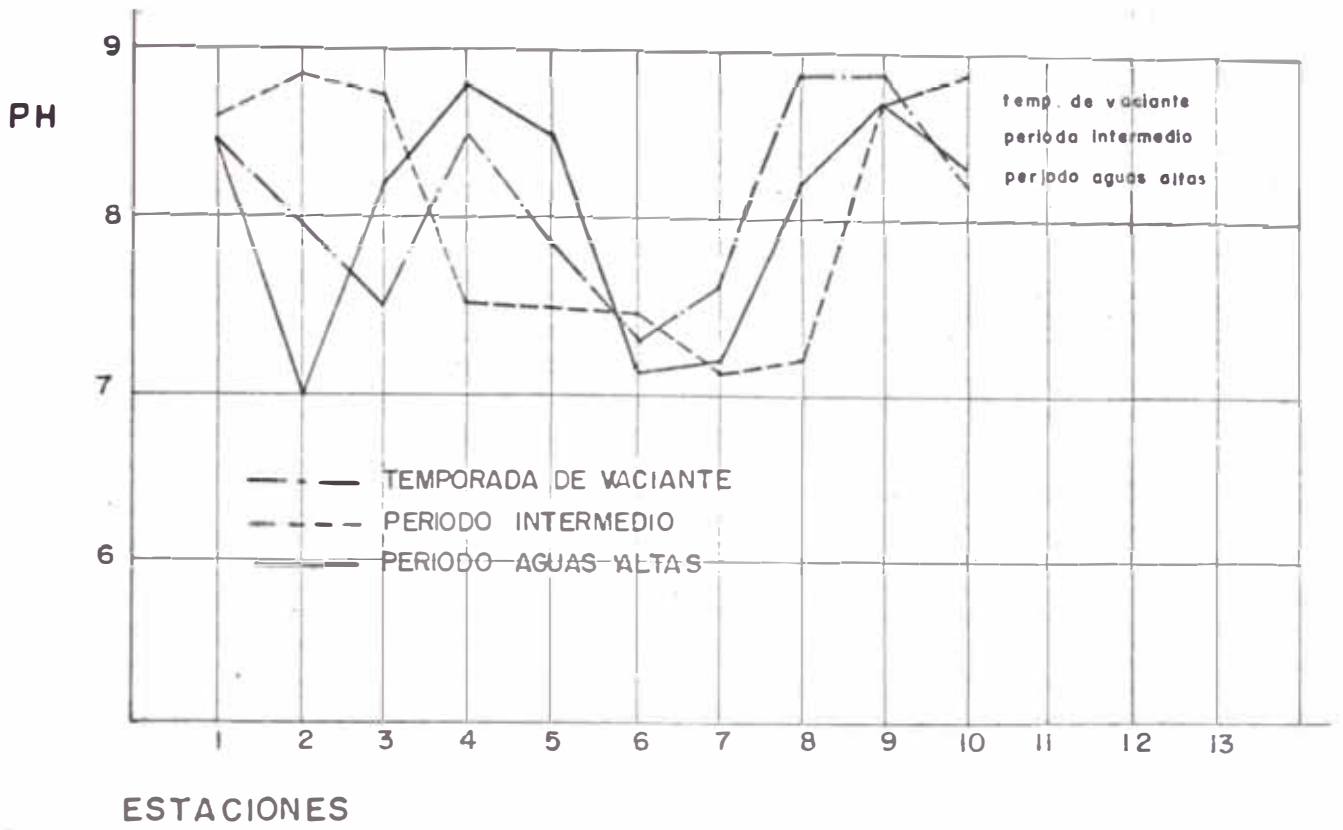


ESTACIONES

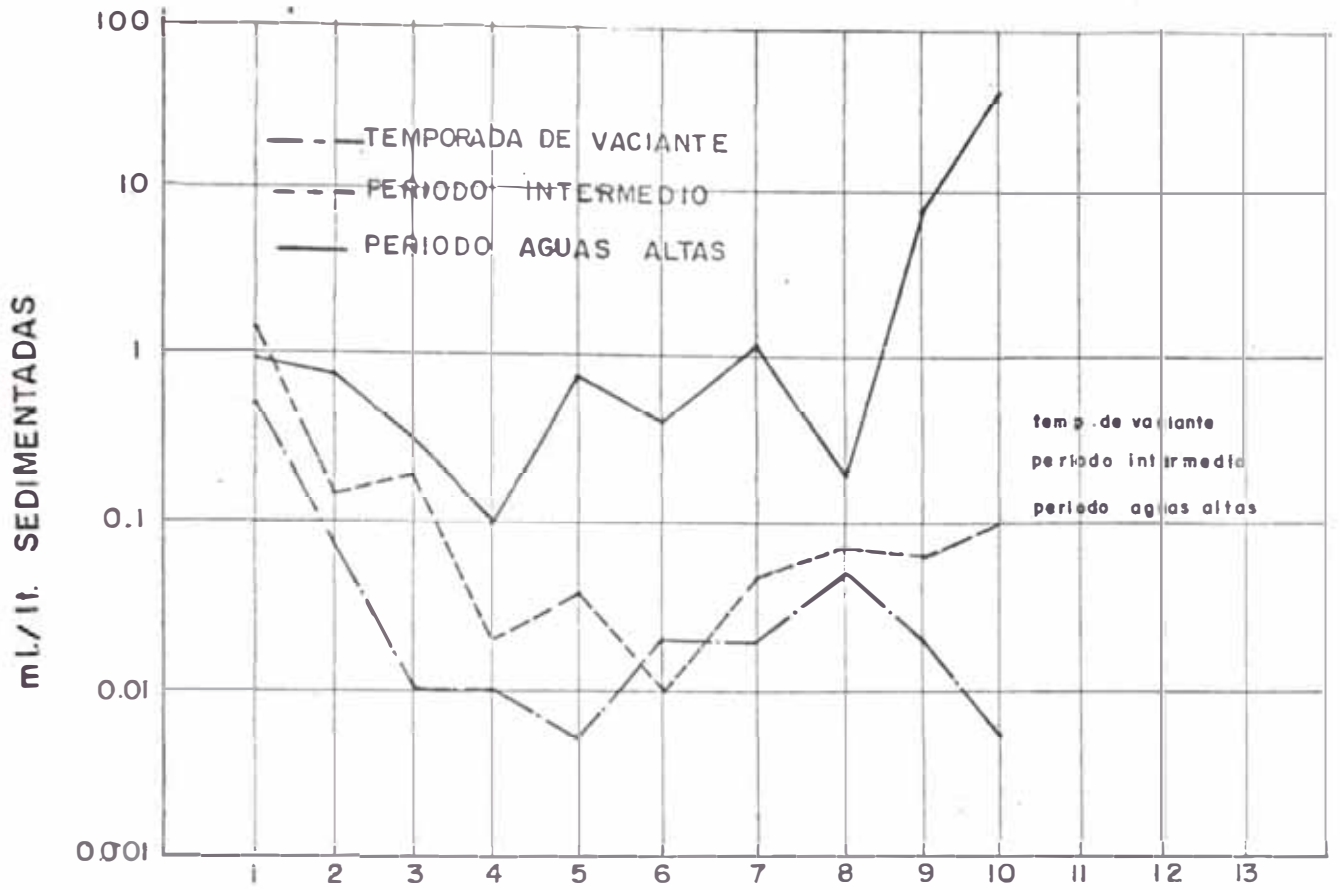


ESTACIONES

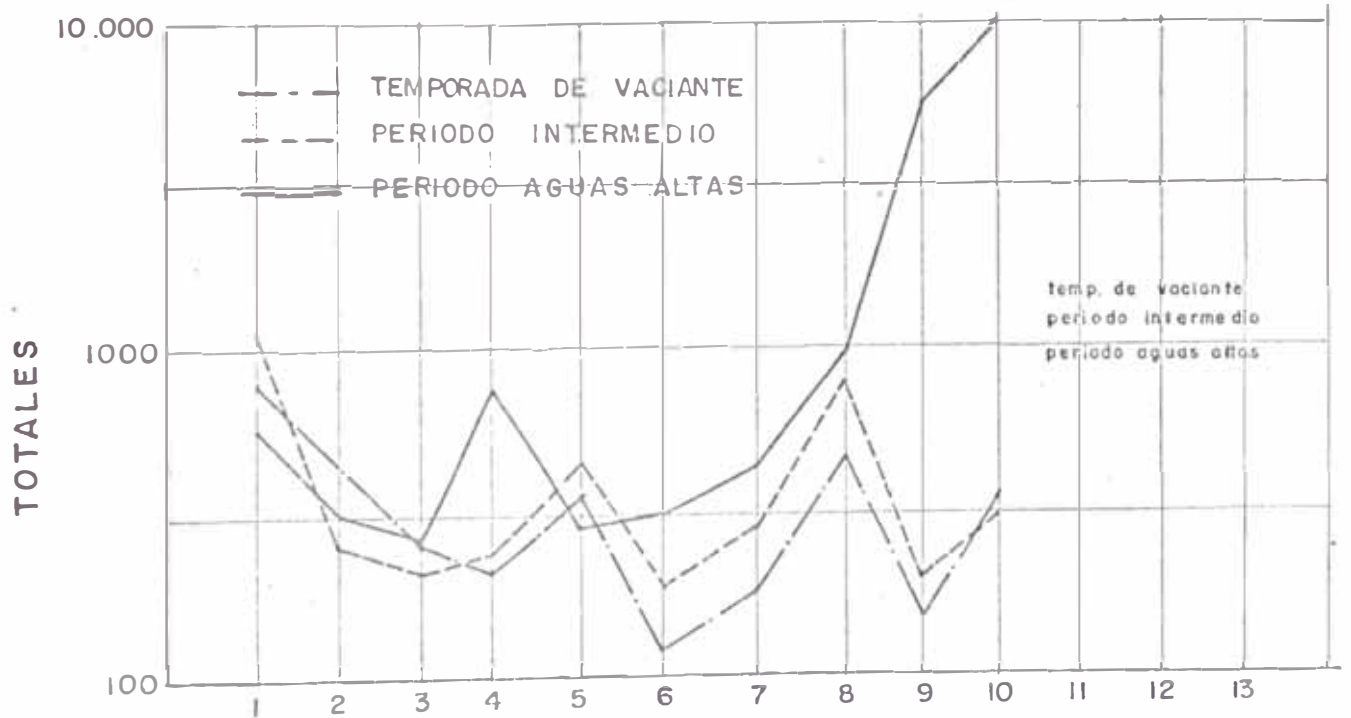
VARIACIONES DE O<sub>2</sub> y BOD



# LIDOS



# ESTACIONES



# ESTACIONES

# VARIACIONES ESTACIONALES

B.- EFECTOS DE LA CONTAMINACION ACTUAL EN LOS ASPECTOS ECONOMICO  
Y SOCIAL.

B.1.- INTRODUCCION GENERAL

Contaminación de las aguas son aquellas alteraciones físicas, químicas o biológicas de las aguas, o la evacuación en las mismas, de sustancias gaseosas, líquidas o sólidas que ocasionen o puedan crear molestias o hacer esas aguas nocivas o perjudiciales para la salud y el bienestar colectivos, o para el empleo doméstico, comercial, industrial, agrícola, recreativo u otros usos legítimos, o para el ganado, los animales silvestres, las aves, los peces u otros organismos acuáticos. La contaminación de las aguas encierra un perjuicio directo a diferentes factores, implica un control de la polución, que, en si es un programa costoso, y su posterior beneficio pasa desapercibido a personas no entendidas en la materia.

Antes de dar una solución que afecte a los usuarios de un cuerpo de agua, es necesario elaborar una justificación económica, demostrando el balance favorable en el lado de los beneficios, frente a los costos. Este análisis económico depende de muchos factores, entre los cuales, por ejemplo, el convertir en unidades monetarias la salud humana. Este hecho si bien en el papel parece sencillo en la práctica se hace sumamente difícil a veces por falta de información, pero si en parte realizable tal como se expone.

B.2.- PERJUICIOS

A continuación se enumeran los casos más comunes de contaminación por efecto de la polución de las aguas, refiriéndola a nuestro caso al valle de Chancay-Huaral.

B.2.1.- A LA SALUD PUBLICA

En general los problemas de salud más importantes son:

Las anemias, consecuencia de los distintos parásitos intestinales.

La mortalidad infantil y de otras edades por diarreas infecciosas.

La fiebre tifoidea, con elevado índice de morbilidad y de mortalidad.

La poliomielitis a pesar de las campañas masivas de vacunación oral se ha mantenido en cifras casi constantes - con excepción del año 1968, año que recrudeció este mal.

Para información se adjuntan los cuadros de enfermedades hídricas y otras que se presentan en el valle y fueron recolectados del Area de Salud de Huacho.

E N F E R M E D A D E S	A Ñ O			
	1970	1969	1968	1967
Tifoidea, Paratifoidea	47	73	15	39
Otras Salmonelosis	1	1	--	--
Disenteria bacilar	23	1	2	--
Amibiasis	1	1	1	7
Disenteria (Otras formas)	6	--	2	6
Brucelosis	13	22	9	25
Hepatitis infecciosa	26	55	24	15
Poliomelitis	5	4	10	5
Otras Helminthiasis	101	172	255	133

### B.2.2.- CONTAMINACION DE LOS ALIMENTOS

Los alimentos contaminados a través de las aguas de riego, tienen dos maneras de actuar. Algunos se consumen crudos y son un vehículo directo de infección mientras otros se preparan por procesos térmicos, pero llegando a la cocina con una contaminación superficial, sirve de vehículo para los micro-organismos patógenos. Entre los primeros podemos contar las hortalizas, lechuga, fresa, repollo, rábano, cebolla, pimentón, pepino y berros, y los segundos serían las hortalizas, reices, legumbres. Además de considerar los alimentos humanos, los alimentos de los animales regados con aguas contaminadas producen enfermedades, tanto parasitarias como bacterianas y virales que pueden ser propagadas por este medio (brucelosis).

Es importante mencionar que el aspecto económico no juega gran importancia en los alimentos contaminados en este y lo principal estriba en que se puede decir que es prácticamente general en el país el consumo de verduras contaminadas con aguas negras por lo cuál la gente no asocia a ello cualquier enfermedad intestinal que pueda derivarse de ingerir este alimento, por lo tanto, no influye en la economía del productor del valle.

Esta no asociación, de contaminación-enfermedad, se debe a la falta de cultura sanitaria de las personas.

### B.2.3.- CONTACTO CON LAS AGUAS CONTAMINADAS

No es despreciable la oportunidad de contacto con las aguas contaminadas en el medio rural, ya sea por tener que atravesar canales, acequias de riego o por la necesidad de usar las aguas para el lavado de la ropa, y algunas veces para preparación de alimentos. Sin embargo el uso constante de las aguas contaminadas ha creado una resistencia ó inmunidad a algunas enfermedades a la gente de la zona.

#### B.2.4.- CONTACTO CON EL AMBIENTE CONTAMINADO

Los obreros agrícolas son los que tienen sobre sí los riesgos más graves por los campos regados por aguas poluidas. Las enfermedades parasitarias representan el mayor riesgo, el cultivo manual implica contacto íntimo con el suelo, mientras el cultivo mecanizado aumenta las posibilidades de infección por inhalación, debido al polvo levantado por las máquinas.

#### B.2.5.- CONTAMINACION DEL AGUA DE CONSUMO

El agua de consumo humano en el medio rural proviene de pozos de brocal abierto, o directamente de los cuerpos de agua superficiales. En el medio rural no es un uso aceptado el consumo directo de aguas superficiales, pero esto ocurre continuamente por razones que son obvias, las consecuencias también.

#### B.2.6.- ENCARECIMIENTO DEL TRATAMIENTO DE AGUA

La utilización de las aguas con alto grado de contaminación deriva que poblaciones como Huaral tengan que tratar sus aguas contribuyendo a que los costos de operación de estas plantas aumenten y que la capacidad de la planta se reduzca debido a la mayor turbidez residual.



### B.3.- LEGISLACION EXISTENTE

Con fecha 24 de Julio de 1959 se promulgó el Decreto Ley No. 17752, Ley General de Aguas, en la que se dispone la formulación y expedición de los Reglamentos correspondientes para su debida aplicación.

Esta Ley es bastante exigente en cuanto a las características Físico-Químicas y Bacteriológicas sobre aguas utilizadas con fines de irrigación, aspectos que nos interesa en la presente Tesis, está adjuntada a continuación como complementación e importante elemento de consulta.

En el Capítulo VIII de la Ley General de Aguas "Del uso de las aguas servidas con fines de irrigación", podemos apreciar en parte la rigidez de la Ley, completamente en desacuerdo con la realidad de los hechos y las posibilidades del país.

Tenemos conocimiento que la parte referente a la calificación de los recursos de agua y los límites admitidos en ésta, Capítulo IV, actualmente están en vías de llevarse a valores más acordes con nuestra realidad.

#### B.4.- INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos de los diferentes períodos, de vaciante, intermedio, y de aguas altas, y los de contenido tóxico analizados por separado nos indican lo siguiente:

a) .- El pH se conserva ligeramente básico encontrándose dentro de las normas de la ley general de aguas.

b) .- Que en la época de aguas altas el color es bastante alto debido a un incremento de la turbidez, debido más que nada a que es época de lluvias.

c) .- El contenido de elementos tóxicos como Arsénico, Cadmio, Plomo en las aguas es mínimo como lo demuestran los análisis pertinentes.

d) .- El contenido de fierro es mínimo igual que - cloruros cuyos resultados son en sus tres períodos cifras completamente bajos.

e) .- Oxígeno disuelto. - En la clase I (la más exigente de la clasificación de la Ley de Aguas), consideran un mínimo, a cualquier temperatura y presión de 7mg/lt de Oxígeno Disuelto, encontrándonos con que las variaciones en los cursos de agua del valle fluctúan entre 7.9 y 10.4 mg/lt. de Oxígeno disuelto, lo cual es altamente aceptable.

f) .- BOD. - Las variaciones del BOD encontradas en los cursos de agua del calle, se encuadran dentro de la Clase III de la Ley en todos los casos (BOD menor de 25 mg/lt); en la Clase II (BOD menor de 3 mg/lt); en casi la totalidad de las muestras, y dentro de la Clase I (BOD menor de 1 mg/lt) en algunos casos, -

pues los límites encontrados varían entre 0.1 y 3.4 mg/lt de BOD.

Considerando el BOD mayor se le encuadra dentro de la Clase III que comprende los cursos de agua que podrán ser utilizados para fines de agua potable previo tratamiento y también para fines agrícolas.

g) .- Se puede decir que existe una gran contaminación bacteriana por eses fecales debido a que los canales de regadío y río sirven como medio de eliminación de excretas de los pobladores del valle, así como la ciudad de Huaral que arroja sus desagües a los canales de regadío.

En resumen no existe una contaminación, Físico Químico ni tóxica de los canales de regadío, pero sí existe una contaminación bacteriológica por el uso de los canales como causes recolectores de las excretas y desagües de las poblaciones y vivien - das de la zona.

C.- SOLUCIONES ALTERNATIVAS AL PROBLEMA Y SUS IMPLICANCIAS ECONÓMICAS.

C.- 1 INTRODUCCION GENERAL

Al analizar los efectos de la contaminación actual en los aspectos económicos y social en el capítulo anterior hemos indicado que, la contaminación del valle es básicamente fecal y causada por los vertimientos de desechos a los cursos de agua, pues la generalidad de la población por motivos conocidos ( falta de una adecuada educación sanitaria entre otras cosas ) no sólo no ven problema sino que al contrario consideran una comodidad la eliminación por este medio. Debido a la complejidad del problema pretendemos en esta tésis, que corresponde a un estudio preliminar de los problemas del valle, dar soluciones económicas de acorde con la realidad del país, que disminuyan el alto grado de contaminación bacteriológica a niveles permisibles en los cursos de agua.

Una solución utópica no haría sino demandar un enorme gasto que no se justifica por el momento debido a que existen otros problemas de carácter nacional y regional de gran urgencia ( educación por ejemplo ) que justamente no pueden ser solucionados por falta de recursos económicos y ligado a esto humanos ( personal capacitado ).

## C.-2 ENFOQUE DEL PROBLEMA

De acuerdo a los datos de población calculada a 1970 existentes en nuestra Tesis de Bachiller se sabe que:

a) Población Rural es de 27,947 habitantes, considerando una tasa de 5.2 habitantes por vivienda, nos da un total de 5,370 viviendas.

b) Población Urbana es de 26,878 habitantes (Huaral 17,506 habitantes y Chancay 9,372 habitantes).

Este balance nos hace pensar que las soluciones deben ser dadas con el mismo valor para ambas zonas.

La contaminación en la zona rural afecta a la zona urbana al enviarle sus productos contaminados.

La contaminación en la zona urbana afecta a la zona rural al descargar sus desagües en los canales de riego que van a la zona rural. Este círculo vicioso nos demuestra que las soluciones al problema son tan importantes de darse para ambas zonas.

En los ítems siguientes daremos alternativas que conducen a un solo fin: la salubridad del valle de Chancay-Huaral.

### C.3.- SOLUCION GENERAL DEL PROBLEMA

Tal como se ha expresado en la introducción, la contaminación existente en los cursos de agua es básicamente fecal, debido a que el medio rural utiliza para eliminación de las excretas los canales y acequias de regadío, igualmente parte de la poblaciones urbanas carentes de desagüe eliminan por su comodidad, por la facilidad de transporte de desechos a los canales que cruzan a los poblados, o como es en el caso de Huaral que el colector de desagüe descarga en una acequia de regadío sin ningún tratamiento previo, luego por todo lo antes dicho daremos soluciones diferentes para el medio urbano y rural.

#### C.3.1.- SOLUCION DEL PROBLEMA EN EL MEDIO RURAL.

De acuerdo a los datos anteriores recomendamos como solución a la contaminación de los cursos de agua por la mala disposición final de las aguas servidas y excretas una campaña de construcción de letrinas sanitarias acompañadas de un programa de educación sanitaria.

##### C.3.1.1.- Plan de Letrización

Se ha considerado para el presente plan la construcción de una letrina por vivienda, cubriendo el 100% de la instalación de letrinas sanitarias en un plazo de tres años, cumpliéndose el primer año con un 30%, el segundo con 35% y el tercero - igualmente 35%.

##### C.3.1.2.- Alternativas al problema

Siendo un hecho que la mejor solución es la letrización de la zona, nos encontramos con que para lograr este fin podemos adoptar las siguientes dos posibles soluciones:

- a) Construcción de la loza in situ
- b) Construcción de la loza en un taller sanitario

a) La construcción de la loza in situ implica el transporte a lugares de muy difícil acceso y variada ubicación, de personal capacitado y materiales diversos como cemento, arena, fierro, piedra, alambre, encofrados, agua sin contenido orgánico, lo cual es muy poco práctico y antieconómico.

b) Para la construcción de la loza en un taller sanitario podemos escoger entre las ciudades de Chancay y Huaral para ubicar al taller, o utilizar el existente en la ciudad de Huacho.

Dada la central ubicación de Huaral con respecto a la zona rural, consideramos desplaza por ésto a la ciudad de Chancay por lo que a continuación haremos un estudio económico de las alternativas que son la construcción de un taller sanitario en Huaral, o la utilización del existente en Huacho.

#### C.3.1.3.- Estudio Económico de las alternativas

a) Construcción de letrinas en Huaral

Nos encontramos con que el costo de las letrinas construidas en Huaral, se verá aumentado por el valor de la construcción de un taller sanitario, el cual deberá constar de por lo menos las siguientes partes:

- 1.- Almacén de 3.50 x 15.60 mts.
- 2.- Zona de Carpintería
- 3.- Poza de fragua 3.00 x 2.00 x 1.20 mts.
- 4.- Pista de vaciado
- 5.- Zona de doblado de fierro
- 6.- Cubierta de calamina

A continuación podemos ver el presupuesto estimado para este taller sanitario en la ciudad de Huaral:

PRESUPUESTO ESTIMADO PARA EL TALLER SANITARIO EN LA CIUDAD DE HUARAL

<u>CODIGO</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>COSTO</u> <u>UNITARIO</u>	<u>T O T A L</u>
1	Trabajos Preliminares	M3			
1.1	Replanteo y excavación	M3	120.64	6.5	784.16
1.2	Excavación-Zanja de 11.60 x 0.60 x 0.40 y cimientos de columna de 0.60 x 0.60 x 0.40	M3	2.92	39.00	113.88
1.3	Nivelación y compactación del piso de 10.40 x 11.60	M	120.64	26.00	3,136.64
2	Cimientos				
2.1	Cimientos de las columnas de 0.60 x 0.60 x 0.40 m.de concreto simple 1:2:4				
	Cemento	Bol.	10	78.00	780.00
	Arena	M3	8	65.00	520.00
	Piedra de 1/2"	M3	16	65.00	1,040.00
		M3	1.15	39.00	44.85
2.2	Tres columnas de 0.30 x 0.30 x 3.60 m. de concreto armado con fierro de 3/8" 1:2:4				
	Cemento	Bol.	54	78.00	4,212.00
	Arena	M3	6	65.00	390.00
	Piedra de 1/2"	M3	12	65.00	780.00
	Fierro de 3/8"	Varilla	6	78.00	468.00
	Fierro de 1/4"	Varilla	4	39.00	156.00
	Alambre No. 10	Kg.	2	20.00	40.00

//.



PRESUPUESTO ESTIMADO PARA EL TALLER SANITARIO EN LA CIUDAD DE HUARAL

<u>CODIGO</u>	<u>D E S C R I P C I O N</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>COSTO UNITARIO</u>	<u>T O T A L</u>
2.3	Tres columnas de 0.30 x 0.30 x 3.90 m.de concreto armado con fierro de 3/8"				
	Cemento	Bol.	60	78.00	4,680.00
	Arena	M3	6	65.00	390.00
	Piedra de 1/4"	M3	12	65.00	780.00
	Fierro de 3/8"	Varilla	6	78.00	468.00
3	Muros				
3.1.	Muros de adobe de 0.30 x 0.16 x 0.12	Millar	5	520.00	2,600.00
4	Pozo de Fragua				
4.1	Excavación y nivelación del pozo de 2 x 3 x 1.2	Millar	7.2	65.00	468.00
4.2	Loza de fondo de 2.30 x 3.30 x 0.10 de concreto simple 1:3:6				
	Cemento	Bol.	3	78.00	234.00
	Arena	M3	0.3	65.00	19.50
	Piedra de 1"	M3	0.6	65.00	39.00
5	Techados				
5.1	Vigas de 4" x 6" x pies	p <sup>2</sup>	320.00		3,770.00

PRESUPUESTO ESTIMADO PARA EL TALLER SANITARIO EN LA CIUDAD DE HUARAL

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
5.2	Soleras				
	18 soleras de 2" x 3" x pies de pino de oregón	p <sup>2</sup>	296	14.00	4,140.00
	Pernos de sombrero de 2 1/2" x 1/2"	U	95	8.50	807.50
	Pernos de 4 1/2" x 1/2"	U	54	8.00	432.00
	Malla alambrada	M	15.50	93.00	1,395.00
	Clavos para calamina	Kg.	6	67.00	402.00
	Piezas de calamina	U	162	85.00	13,700.00
	Colocación			3,000.00	3,000.00
					49,556.53
	20% gastos generales y utilidad				9,911.30
			TOTAL		59,467.83

Teniendo el costo del taller sanitario del anterior presupuesto, pasamos a determinar a continuación el costo de las letrinas hechas en un taller sanitario.

En el presente trabajo no pretendemos efectuar un estudio nuevo de lo que ya existe, o sea del diseño y construcción de una letrina, sin embargo hemos creído necesario indicar resumidamente las diferentes partes constitutivas de una letrina sanitaria y su financiamiento, para la mejor comprensión del presupuesto que mostramos como implicancia económica en la solución que estamos dando al problema de la contaminación en los cursos de agua del valle de Chancay-Huaral. A continuación pasamos a mostrar lo antes dicho:

1.- Hueco u hoyo. Se excava un hoyo cuadrado de 0.80 x 0.85 mts. de promedio, y de 1.80 a 2.00 mts. de profundidad. Conviene revestir los 40 primeros centímetros de la pared del hueco para consolidarlo, recomendando que sea con adobes, debido a que el poblador rural será el que lo realice y es el material que más conoce y el que menos gasto le ocasiona.

2.- Base. Hecha de cualquier material de fácil obtención en la zona, sirve de cimiento sólido e impermeable sobre el que pueda colocarse el piso, debiendo tener un contacto sólido con el suelo.

3.- Loza. Recomendamos la utilización de la loza tipo SCISP adaptado, ya que esta loza está siendo utilizada en el Perú desde el año de 1957, y adjuntamos el plano con los detalles correspondientes.

4.- Asiento y tapa. Se utilizará mortero 1:4 de cemento y arena para la construcción de los asientos y madera de una pulgada pintada, conforme a los modelos que son conocidos por su difusión por el SCISP.

5.- Terraplen.- Este deberá estar bien apisonado, en una elevación de 30-40 cms., mas que el nivel del suelo con declive hacia el exterior, y se puede construir con la tierra extraída del hoyo reforzándose con un revestimiento de piedra para impedir que lo arrastren las luvias.

Delante de la puerta de entrada a veces conviene completar el terraplen con peldaños que facilitaran la limpieza de la letrina.

6.- Caseta. Puede ser construida con adobes, madera, ramas, esteras, etc., en general depende esto del poblador y sus posibilidades; aparte de su interes en el acabado e intimidad que pueda lograr con la letrina.

A continuación mostramos el presupuesto estimado.

PRESUPUESTO ESTIMADO PARA LA CONSTRUCCION DE LETRINAS EN UN  
TALLER SANITARIO

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1.00	Loza				
1.10	Cemento	Bolsa	0.32	78.00	24.960
1.20	Arena	M3	0.03	65.00	1.950
1.30	Fierro $\emptyset$ 1/4	Kg.	3.00	39.00	117.000
1.40	Alambre No 16	Kg.	0.05	20.00	1.000
1.50	Molde	p <sup>2</sup>	0.4	3.15	1,260
1.60	corte y doblado de fierro	Kg.	3.00	1.30	3.900
1.70	Preparación y curado	Est.	1.00	9.40	9.400
1.80	Confección molde SCISP	Est.	1.00	2.60	2.60
2.00	Asiento				
2.10	Cemento	Bolsa	0.124	78.00	9.672
2.20	Arena	M3	0.16	65.00	10.400
2.30	Alambre para Bisagra	Mts.	0.50	1.30	0.650
2.40	Molde metálico	Est.	1.00	0.80	0.800
2.50	Confección del molde	Est.	1.00	0.55	0.550
2.60	Preparación y curado	Est.	1.00	4.65	4.65
3.00	Tapa				
3.10	Madera de cedro 1"	p <sup>2</sup>	2.00	7.80	15.60
3.20	Charnela de latón ó bisagra	Est.	1.00	2.30	2.30
3.30	Confección de tapa	Est.	1.00	7.80	7.80
3.40	Tornillos	Piezas	6.00	0.30	18.00
4.00	Otros				
4.10	Pintura de asiento y tapa	gal.	0.003	170.00	0.51
					233.00
					34.95
					267.95
					-----

Luego el costo en Huaral será el siguiente:

Del Presupuesto anterior

Costo por unidad: 267.95 soles

Del presupuesto del taller sanitario

Costo adicional por taller será el precio total del taller entre el número de viviendas:  $59,467.83 \div 5,370 = 11.07$

Luego  $267.95 + 11.07 = 279.02$

Que es el costo en Huaral por unidad.

b) Construcción de letrinas en Huacho.

Con esta otra alternativa dada la existencia del taller sanitario en el Area de Salud de la ciudad de Huacho, el costo de la letrina se verá disminuido al no tener que construirse un taller sanitario, e incrementado con respecto a las construidas en Huaral debido al costo del transporte hasta la zona.

Costo de la letrina más flete de transporte desde Huacho:

Costo de la letrina = 267.95

Costo de transporte desde Huacho hasta Huaral = 60 kilómetros x 0.30 soles/kilómetros = \$/ 18.00

Costo total desde Huacho = \$/ 18.00 + 267.95 = \$/ 285.95

Costo en Huaral (considerando construcción taller) = \$/ 279.02

Luego podemos ver claramente que es más económico hacer las lozas en el Centro de Salud de Huaral construyendo el taller sanitario, beneficiando con estas nuevas instalaciones para su posterior adaptación en un futuro para otros usos a la ciudad de Huaral.

C.3.1.4.- Costo del plan de letrinización de tres años  
 $5,370$  viviendas x \$/ 279.02 = \$/ 1'498,337.40

En el primer año:

$1'498,337.40$  x 30% = 449,501.82

En el segundo año:

$5,370$  x 35% x 279.02 = \$/ 524,418.09

Considerando un aumento de los costos estimado en un 10% del total tenemos que ese año costará:

$$524,418.09 + 52,441.80 = \$/ 576,859.89$$

En el tercer año:

$$5,370 \times 35\% \times \$/ 279.02 = \$/ 524,418.09$$

$$\text{Considerando también un supuesto aumento de un 20\% del total} = \\ 524,418.09 + 104,883.61 = \$/ 629,301.70$$

Luego el costo total será de =

$$524,418.09 + 576,859.89 + 629,301.70 = \$/ 1'730,579.68$$

#### C.3.1.5.- Financiamiento

El programa deberá ser financiado por la comunidad para lo cual deberán efectuar lo siguiente:

- 1.- Construcción de los huecos u hoyos.
- 2.- El pago de la unidad de letrina.
- 3.- Construcción por su cuenta de las casetas con el material que más crean conveniente.
- 4.- Debido al bajo potencial económico - de la zona rural mostrado en nuestra tesis de bachiller, recomendamos dar facilidades de pago a los pobladores mediante algún prestamo blando.
- 5.- Coordinar con los inspectores de saneamiento del Ministerio de Salud para lograr una buena difusión y ejecución del proyecto.

#### C.3.1.6.- Basuras que contaminan los cursos de agua y su solución en el medio rural.

Son los residuos putrecibles y los no putrecibles (excepto las excretas humanas) que debido a su mala eli-

minación pueden originar directamente enfermedades, o constituir un medio apropiado para el desarrollo de agentes patógenos o por último originar agentes de la transmisión de la enfermedad.

Viendo esta anterior definición de basuras no podemos sino pensar en lo desastroso para el medio ambiente de la eliminación de éstas utilizando cursos de agua.

Parte de las basuras son dispuestas en las cercanías de las viviendas y parte en nuestro problema actual, o sea los ya tan contaminados cursos de agua.

En el medio rural un procedimiento sencillo, económico y sanitario para disponer las basuras caseras se logra por el llamado confinamiento o sea la excavación de un foso pequeño, de fácil hechura y sustitución por otros a los cuales se va trasladando la tapa, utilizándose la tierra excavada para tapar el foso anterior agotado.

Todas las soluciones al problema enunciadas para todo este capítulo hemos tratado de que sean, nuevas o viejas, lo más económicas y reales posibles pues desgraciadamente nuestro país en vías de desarrollo no da por el momento para soluciones aisladas totales sino que se trata de, con los pocos recursos disponibles abarcar el mayor número de beneficios posibles, que es lo que hemos tratado de hacer.



### C.3.2.- SOLUCION DEL PROBLEMA EN EL MEDIO URBANO

#### C.3.2.1. Introducción General

En el valle existen solamente dos núcleos que se pueden catalogar como urbanos, que son las poblaciones de Chancay y Huaral, y que por su ubicación corresponden diferentes soluciones al problema existente.

Ambas poblaciones no cuentan con redes de desagüe en todas sus calles utilizando tal como se ha informado anteriormente los pobladores que no cuentan con este servicio los canales de regadío para eliminación de excretas y desechos.

Actualmente el exalumno Luis Chinen Chinen se encuentra desarrollando un proyecto de grado completo sobre agua potable y disposición de desagües en la ciudad de Huaral, la que según información del suscrito indicará en detalle la solución a los problemas existentes en la localidad de Huaral.

El problema de Chancay es desde el punto de vista de su descarga al mar, igual al problema que producen la mayoría de las ciudades costeras del Perú y del mundo. La deficiencia en el sistema de desagües deberá ser solucionada mediante un estudio, proyecto, financiamiento y ejecución de nuevas redes que reemplacen y amplien según el caso a las existentes, hecho que puede dar motivo a una tesis de grado.

#### C.3.2.2. Estudio Económico de las Soluciones

##### a) Mejoramiento de la red de desagüe.

En la actualidad no existiendo los proyectos terminados de ampliación y mejoramiento de las redes de desagüe de ambas localidades urbanas del valle, se hace imposible determinar los costos reales.

Como información se han analizado los costos obtenidos en el Ministerio de Vivienda, Ministerio de Salud, Ingenieros Particulares en po-

blaciones cercanas a la zona en estudio de los cuales hemos podido deducir que un costo bastante aproximado por habitante es de ochocientos soles para ampliación de redes.

b) Solución a la disposición final

En relación con Huaral el exalumno Luis Chinen recomienda la construcción de una laguna de oxidación diseñada para el año 2008 y con un área de 8 a 10 Hectáreas.

Teniendo en cuenta que la zona es eminentemente agrícola, creemos que esta área sería excesiva para poder ser fácilmente dispuesta con este fin, por lo que sería conveniente que se estudie como medio de tratamiento: laguna de oxidación versus planta tipo convencional u otra y se considere el aspecto económico.

La solución para Chancay debiera ser una solución que represente la solución nacional al problema de la contaminación del mar. Sería ocioso pretender que se de solución a este problema existiendo en el país localidades costeras netamente industriales que contaminan en una forma tremenda el medio marino, sin que se haga mucho al respecto. Quizá un tratamiento previo similar al de Huaral sería recomendable, pero definitivamente sería más difícil lograr la financiación del proyecto que en el caso de Huaral en el cual es clara la contaminación que se hace de canales de regadío de uso netamente agrícola.

## D.- RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

### D.-1 CONCLUSIONES

1.- Que la actividad económica predominante en el valle de Chancay-Huaral es la agricultura, siendo secundaria su producción - pecuaria.

2.- Las condiciones sanitarias de los pueblos jóvenes de la capital son superiores por lo general a la de los poblados rurales - del valle, determinando una significativa diferencia en el nivel de salud de los habitantes, lo cual es causal de importancia que favorece el exodo de la población campesina hacia los pueblos jóvenes, disminuyendo la masa laboral del valle.

3.- El suministro de agua potable y facilidades de eliminación de desechos de la mayor parte de la población del valle son deficientes siendo la disposición de desechos generalmente hecha en los canales de regadío.

4.- Que los canales de regadío se usan indistintamente como medio de eliminación de desechos, como abastecimiento de aguas y como aguas de regadío para frutas y legumbres.

5.- De los poblados urbanos se puede indicar que el abastecimiento de agua de Huaral es deficiente en cuanto a calidad y cantidad no funcionando el clorador. Que el reservorio y captación en Huando ha mejorado la calidad y cantidad del agua que se suministra a Huaral.

6.- Que el sistema de agua potable de Chancay es deficiente y gran parte de la población sigue abasteciéndose mediante tanques - cisterna.

7.- Los desagües de Chancay son eliminados por descarga al mar, en la parte de la ciudad que cuenta con redes de desagües.

8.- Que no existe contaminación tóxica en las aguas del río Chancay proveniente de las minas ubicadas en la parte alta del valle. (Esto ha sido confirmado por los Ingenieros de la División de Preservación de Recursos Naturales del Ministerio de Salud con análisis realizados durante el año de 1972, coincidiendo con los nuestros.)

9.- Que la contaminación es bacteriana debido a como se ha explicado antes, la utilización de los canales en la zona rural para eliminar las aguas de desecho y en la población de Huaral al descargar sus desagües a un canal de regadío.

10.- En cuanto a la contaminación Físico Química se podría citar que en época de aguas altas, la turbidez y color se incrementan considerablemente debido a las lluvias en la parte alta del valle no constituyendo un verdadero problema .

11.- Que en las poblaciones urbanas los desagües solo existen en parte de ellas, utilizando las personas que no cuentan con estos servicios, los canales de regadío para la eliminación de sus desechos.

12.- Que existen muy pocos datos estadísticos para la zona.

#### D.-2 RECOMENDACIONES

1.- Existe la necesidad de desarrollar un programa de Educación Sanitaria de individuos-grupos familiares y comunidad con el fin de prevenirlos de los problemas que existen en el valle y por ende protegerlos.

2.- Desarrollar un programa de Saneamiento Ambiental en el medio rural con participación activa de los pobladores tendiente a que comprendan la necesidad de que los desechos humanos sean eliminados en letrinas sanitarias.

3.- Que se realice el estudio completo de las redes de agua y -desagüe de Chancay y Huaral a fin de que se amplien y mejoren los sistemas existentes.

4.- Diseño y construcción de plantas de tratamiento de desagües en las poblaciones mas importantes del valle (Chancay-Huaral)

5.- Que el Ministerio de Salud de asistencia técnica a los Municipios del valle con el fin de promover y mejorar servicios de limpieza, recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos.

6.- Que la disposición final de la basura este de acuerdo a las condiciones técnicas y socio-económicas del poblador rural.

7.- Lograr un mejoramiento de los registros estadísticos en relación con el valle de Chancay-Huaral que permita un conocimiento mas amplio y representativo de los problemas sanitarios de la zona.

## BIBLIOGRAFIA Y FUENTES DE INFORMACION

- INTRODUCCION A LA SALUD PUBLICA. MUSTARD-STEBBINS
- MANUAL OF RECOMMENDED WATER SANITATION PRACTICE
- DICCIONARIO DE SINONIMOS CASTELLANOS - GRATES  
WATER QUALITY CRITERIA: MCKEE Y WOLF
- WATER AND ITS IMPURITIES. T. CAMP
- LUCHA CONTRA LA CONTAMINACION DEL AGUA O.M.S.
- SANEAMIENTO URBANO Y RURAL. V. EHLERS Y E. STEEL
- ESTUDIO DE LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS DEL RIO RIMAC: R. BLUME
- EL RIO RIMAC, ESTUDIO DE SU CONTAMINACION. E. LAZO B., R. ROJAS  
O. ROSASCO
- CENSO NACIONAL ECONOMICO
- INSTITUTO NACIONAL DE PLANIFICACION
- MINISTERIO DE AGRICULTURA; RECURSOS DEL RIEGO
- MINISTERIO DE SALUD; OFICINA DE OBRAS SANITARIAS CHANCAY, AREA  
SALUD HUACHO, CENTRO DE SALUD HUARAL, DIVISION DE PRESERVACION  
DE RECURSOS NATURALES Y SANEAMIENTO AMBIENTAL, DIVISION DE PRO  
YECTOS.
- ADMINISTRACION TECNICA DE AGUAS DEL VALLE DE CHANCAY - HUARAL